JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING FOR SUSTAINABLE FUTURE (JCESF) *ISSN : 3090-1995*
Volume 1-1 , 1 June 2025, ***Ramadhan,R.[1], Saputra,A.[2]***

PENGARUH ADDITIF LATEKS TERHADAP KETAHANAN CAMPURAN AC-WC

Rio Ramadhan[1)*]**, Ariansyah Saputra** [2)]
[1,2]Teknik Sipil, Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia
[*]Corresponding Author, Email : rio059667@gmail.com

Dikirim : 1 Juni 2025 *Direvisi : 22 Juli 2025* *Diterima : 04 Agustus 2025*

ABSTRAK

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya menggunakan lapisan aspal beton (Laston) tipe AC-WC yang memiliki fleksibilitas tinggi namun rentan terhadap kerusakan akibat temperatur tinggi dan beban lalu lintas berat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan lateks (karet alam cair) sebagai bahan aditif terhadap kinerja campuran AC-WC sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3) dengan metode Marshall test. Aspal konvensional memiliki kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6%, dengan variasi pengujian pada 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5%. Campuran aspal–lateks diuji pada kadar aspal 6% dengan variasi lateks 3%, 5%, dan 9%. Hasil menunjukkan peningkatan nilai stabilitas dari 3201,1 kg (3% lateks) menjadi 3249,7 kg (9% lateks), serta penurunan nilai flow dari 2,4 mm menjadi 1,5 mm. Perbandingan dengan aspal konvensional menunjukkan bahwa penambahan lateks meningkatkan kekuatan, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap deformasi plastis, sehingga potensi biaya perawatan dapat berkurang. Kesimpulannya, penggunaan lateks sebagai aditif pada AC-WC dapat memperbaiki kinerja perkerasan dan memperpanjang umur layan jalan.

Kata Kunci : Aspal beton, AC-WC, lateks, karet alam cair, Marshall test, stabilitas, fleksibilitas, umur layan jalan

ABSTRACT

Flexible pavement in Indonesia commonly uses Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) as the surface layer, which offers high flexibility but is prone to damage due to high temperatures and heavy traffic loads. This study aims to analyze the effect of adding latex (natural liquid rubber) as an additive on the performance of AC-WC mixtures in accordance with the 2010 Bina Marga Specifications (Revision 3) using the Marshall test method. Conventional asphalt was found to have an optimum asphalt content (OAC) of 6%, with test variations at 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, and 6.5%. Latex–asphalt mixtures were tested at 6% asphalt content with latex variations of 3%, 5%, and 9%. The results showed an increase in stability values from 3201.1 kg (3% latex) to 3249.7 kg (9% latex), along with a decrease in flow values from 2.4 mm to 1.5 mm. Compared to conventional asphalt, the addition of latex improved strength, flexibility, and resistance to plastic deformation, potentially reducing maintenance costs. In conclusion, the use of latex as an additive in AC-WC mixtures can enhance pavement performance and extend service life.

Keywords : *Aspal beton, AC-WC, lateks, karet alam cair, Marshall test, stabilitas, fleksibilitas, umur layan jalan*

1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah lapisan aspal beton atau Laston. Laston memiliki tingkat fleksibelitas yang tinggi sehingga penempatan langsung diatas lapisan seperti aus, membuat lapisan ini rentan terhadap kerusakan akibat temperatur yang tinggi dan beban lalu lintas yang berat. Perkerasan lapis AC-WC sebagai lapisan perkerasan lentur, dimana aspal berfungsi sebagai bahan pengikat agregat. Penggunaan aspal pada perkerasan lentur AC-WC sangat sensitif, jika kandungan aspal terlalu banyak maka perkerasan lentur AC-WC akan mengalami bleeding

(kegemukan) dan bila kadar aspal terlalu sedikit maka perkerasan lentur AC-WC akan mengalami retak-retak.

Beberapa kasus yang terjadi, banyak konstruksi jalan yang mengalami masa kerusakan dalam masa pelayanan tertentu, padahal tujuan akhir adalah tersedianya jalan dengan standar baik sesuai dengan fungsinya. Untuk mencapai tujuan ini, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan umur pelayanan adalah dengan meningkatkan fungsi aspal sebagai bahan pengikat dengan menggunakan bahan tambah / additive.

Dalam hal ini peneliti mencoba untuk membandingkan antara aspal konvensional dan aspal dengan bahan tambah additive. Peneliti menggunakan lateks sebagai bahan campuran aspal menggunakan metode marshall test. Untuk menentukan kadar lateks, peneliti menggunakan acuan standar kadar campuran lateks terhadap aspal yaitu minimal 2% dan maksimal 7%. Dengan demikian untuk mengetahui apakah nilai dibawah ataupun diatas standar bisa digunakan, maka peneliti menggunakan lateks dengan kadar 3%, 5% dan 9% terhadap total campuran aspal.

Lateks (karet alam cair) merupakan sumber daya alam yang banyak dihasilkan di Indonesia, karena Indonesia merupakan penghasil karet terbesar di dunia, sehingga mudah didapat dalam jumlah maupun kualitas. Pada dasarnya lateks akan menggumpal secara alami dalam waktu beberapa jam. Penggumpalan ini dapat disebabkan oleh timbulnya asam-asam akibat terurainya bahan bukan karet yang terdapat dalam lateks. Maka dari itu, lateks tersebut setelah di sadap diolah terlebih dahulu di pabrik (Ridha, 2011; Aryadi, 2012). Penelitian perihal lateks sudah dilakukan oleh Purbaya (2011) dan Amiruddin (2012). Amiruddin (2012) memakai kadar lateks 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% terhadap total perekat sebagai bahan penambah pada aspal untuk campuran HRS-WC dimana aspal yang digunakan adalah aspal AC 60/70 yang disesuaikan dengan kondisi iklim di Indonesia dan banyak digunakan dalam perkerasan jalan. Diperoleh stabilitas yang meningkat dengan bertambahnya kadar lateks.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sumatera Selatan. Untuk mendapatkan data hasil penelitian melalui beberapa tahap, yaitu mulai dari persiapan, pemeriksaan bahan / material berupa agregat halus, agregat kasar dan aspal penetrasi 60/70. Kemudian dilanjutkan dengan perencanaan campuran, pembuatan benda uji sampai tahap pelaksanaan pengujian dengan menggunakan alat Marshall Test.

2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Agregat kasar dan halus berupa batu pecah dari Royal Toko Bangunan yang diambil dari Lubuk Linggau.
b. Aspal Pen 60/70 berasal dari PT Bintang Selatan Agung.
c. Lateks Pekat berasal dari Kifazu Furniture Palembang yang di ambil dari SUMATEX Lampung

2.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini semuanya tersedia di Laboratorium yang terdiri dari:

2.3.1. Alat Pengujian Agregat

Alat-alat yang digunakan pada pengujian agregat adalah sebagai berikut:

a. Satu set saringan; 37,5 mm (3”), 63,5 mm (2½”), 50,8 mm (2”), 19,1 mm (¾”), 12,5 mm (½”), 9,5 mm (⅜”), No.4 (4.75 mm), No.8 (2,36 mm), No.16 (1,18 mm), No.30 (0,600 mm), No.50 (0,300 mm), No.100 (0,150 mm), No.200 (0,075 mm) untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi agregat.



Gambar 1. Set Saringan Agregat

b. Mesin Los Angeles, mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 711 mm panjang dalam 508 mm, silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji, penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu, di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 89 mm (3,5") digunakan untuk tes abrasi pada agregat.



Gambar 2. Mesin Los Angeles

c. Timbangan, dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji digunakan untuk pengujian berat jenis agregat.
d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 +5)°C Digunakan untuk menghilangkan kadar air dalam agregat atau untuk mengeringkan agregat.
e. Piknometer dengan kapasitas 100ml, digunakan untuk menguji atau mengetahui berat jenis agregat dan aspal.

2.3.2. Alat Pengujian Aspal

Berikut alat-alat yang digunakan pada pengujian aspal:

a. Alat Uji Penetrasi

Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik-turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm. Pemegang jarum seberat (47,5±0,05) gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk peneraan dan pemberat dari (50 ± 0,05) gram atau (100 + 0,05) gram masingmasing dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram. Untuk jarum pentrasi dibuat dari stainless steel tanda (grade) 140°C dengan ukuran dan bentuk, jarum harus berbentuk kerucut terpancung dengan berat jarum 2,5 ± 0,05 gram.



Gambar 3. Alat Uji Penetrasi

b. Alat Uji Titik Lembek

Alat uji titik lembek yaitu, termometer, cincin kuningan, bola baja diameter 9,53 mm, berat 3,50 ± 0,05 gram, alat pengarah bola, bejana gelas dengan ketahanan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 8,5 cm dengan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm, kapasitas 800 ml, dudukan benda uji dan penjepit. Titik lembek adalah suhu pada saat bila baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal atau tar yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak dibawah cincin.

c. Alat Uji Titik Nyala dan Uji Titik Bakar

Alat uji meliputi mangkok gelas tahan panas, penangas yang dilengkapi dengan pipa buangan, pipa buangan ini berfungsi memelihara ketinggian cairan pemanas 3,2 minimum 3,2 minimal di bawah bibir mangkok, penahan termometer terbuat dari metal dengan tebal minimum 3,2 mm. Pembakar gas kecil yang cocok untuk memaskan penangas atau pemanas listrik yang dilengkapi dengan regulator untuk mengatur kecepatan api. Pipa nyala uji dan termometer 9°C. Pelindung angin atau sinar dibuat dari tiga segi empat dari bahan tahan api dengan ukuran 610 – 710 mm yang disambung satu sama lain pada sisi 710 mm dengan engsel. Titik nyala dapat digunakan untuk mengukur kecenderungan aspal panas dan api pada kondisi terkontrol di laboratorium. Hasil tersebut dapat digunakan sebagai informasi bahaya kebakaran yang sesungguhnya di lapangan. Uji titik nyala dan titik bakar

d. Uji Berat Jenis

Uji Berat Jenis (Piknometer dan Timbangan) Pengujian berat jenis aspal dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dari suatu jenis aspal sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

2.3.3. Alat Pembuatan Benda Uji

Alat-alat yang digubakan untuk pembuatan benda uji meliputi :

a. Kompor dan panci, untuk memasak campuran agregat dan aspal.
b. Thermometer, untuk mengatur suhu saat memasak campuran agregat dan aspal.
c. Spatula, digunakan untuk menusuk campuran benda uji yang sudah dimasak sebelum ditumbuk.

2.3.4. Alat Uji Karakteristik Campuran Agregat Aspal

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian pengujian Marshall meliputi:

a. Cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4”) dan tinggi 7,5 cm (3”) lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
b. Alat penumbuk benda uji.

c. *Water bath* yang dilengkapi dengan dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20 – 60o C (±10 C) pengatur suhu digunakan untuk merendam benda uji sebelum test *marshall*
d. *Marshall Test*

2.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian didapatkan dari data-data berupa data primer yaitu dari hasil pengujian yang dilakukan peneliti dan data sekunder didapatkan dari literatur baik buku-buku dan jurnal. Adapun tahap penelitian meliputi:

2.4.1. Pengujian Material

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan-bahan yang memenuhi spesifikasi untuk pembuatan benda uji yaitu sebagai berikut:

a. Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar (SNI 03-1968-1990)
b. Pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus
c. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat (SNI 1969-2008)
d. Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal (SNI 2439-2011)
e. Pengujian abrasi dengan mesin *Los Angeles* (SNI 2417-2008)
f. Pengujian penetrasi aspal (SNI 2456 : 2011)
g. Pengujian titik nyala dan titik bakar (SNI 03-6722-2002)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat.

Hasil pengujian karakteristik agregat dalam penelitian ini meliputi agregat kasar, agregat halus dan filler. Hasil pengujian karakteristik agregat adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Krakteristik Agregat

	No.	Karakteristik	Standar Pengujian	Syarat	Hasil	
					Split	**Screen**
Agregat Kasar	1	Berat jenis Bulk	SNI 1969 : 2008	Min 2,5	2,45	2,53
	2	Berat jenis SSD			2,58	2,57
	3	Berat jenis semu			2,41	2,65
	4	Penyerapan, %	SNI 1969 : 2008	Maks 3%	1,44	1,9
	5	Abrasi *Los Angeles*	SNI 2417:2008	Maks 40%	21,08	-
	6	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Maks 95%	95	95
					Dust	**Sand**
Agregat Halus	1	Berat jenis Bulk	SNI 1970-2008	Min 2,5	2,51	2,51
	2	Berat jenis SSD			2,60	2,58
	3	Berat jenis semu			2,70	2,69
	4	Penyerapan, %		Maks 3%	2,71	2,64
Filler	1	Lolos saringan No.200	SNI 1969-2008	Min. 75%	100%	
	2	Bebas dari bahan organik		Maks. 4%	3,15%	

3.2. Perhitungan Kadar Aspal Rencana (*Design Mix Formula*)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kadar aspal rencana (Pb = 5,5%) yang akan digunakan sebagai kadar aspal rencana / nilai tengah pada pembuatan benda uji aspal beton. Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dibuat 15 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. Variasi Nilai Kadar Aspal

Pengurangan (%)		Kadar Aspal Rencana	Penambahan (%)	
-1,0	-0,5	Pb	+0,5	+1,0
4,5	**5,0**	**5,5**	**6,0**	**5,6**

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai kadar aspal rencana yang di dapat adalah 5,5 yang berarti akan dibuat kadar aspal dua dibawah nilai Pb dan dua diatas nilai Pb, yaitu 4,5%, 5,0%, **5,5%,** 6,0%, 6,5%.

3.3. Pengujian Marshal Test Aspal Konvensional

Pengujian marshall pada aspal konvensional dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO), dengan ketentuan kadar benda uji sejumlah 5 kadar aspal berbeda, dengan masing-masing kadar aspal dibuat 3 benda uji dan total benda uji sebanyak 15 benda uji campuran normal.

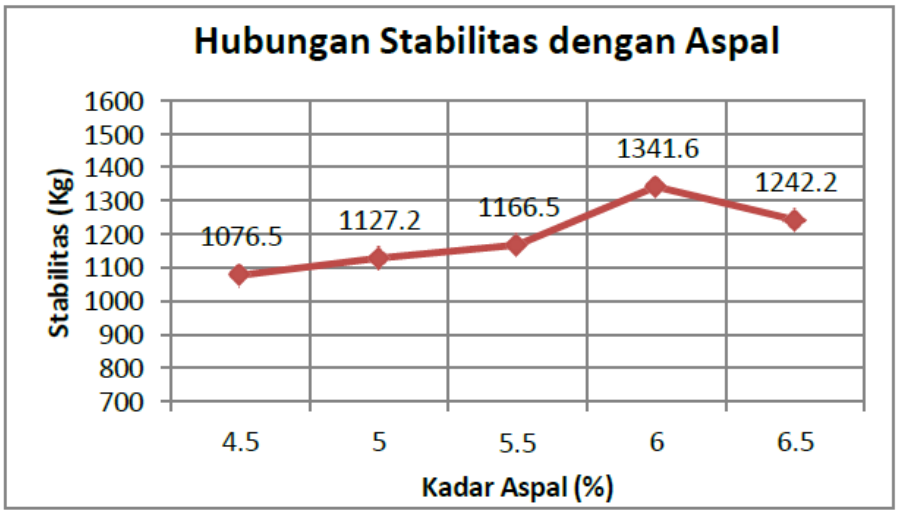
3.3.1. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall* Untuk Menentukan KAO

a. Hasil Pengujian Stabilitas *Marshall*

Pengujian stabilitas marshall dengan lima variasi kadar aspal memiliki nilai stabilitas yang diizinkan yaitu min 800 seperti yang terlihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Stabilitas *Marshall*

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (Kg)	Spesifikasi Dept. Pu (Kg)
STABILITAS	4,5	1076,5	800
	5	1127,2	
	5,5	1166,5	
	6	1341,6	
	5,5	1242,2	



Gambar 4. Grafik Pengujian *Marshall* untuk Stabilitas

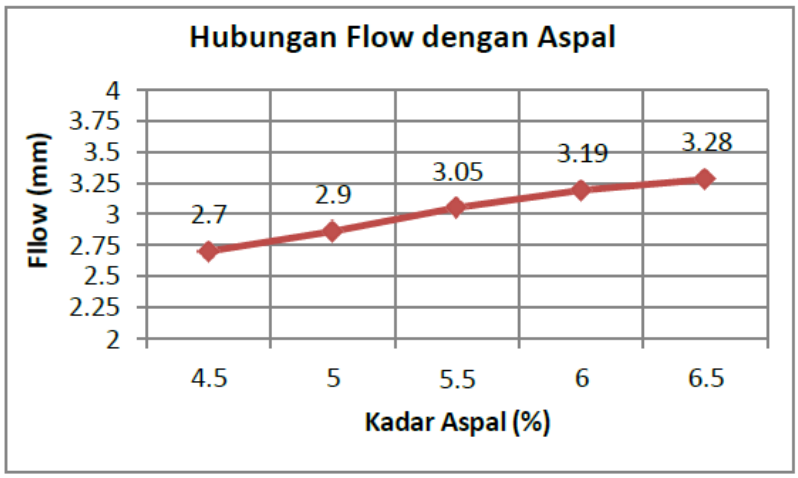
Dari grafik di atas menunjukkan bahwa hasil nilai stabilitas kadar aspal mengalami kenaikan pada kadar 6% dengan nilai sebesar 1341,6 kg. Penambahan pada kadar aspal akan menaikkan nilai stabilitasnya namun stabilitas akan turun jika sudah mencapai nilai kadar aspal optimum (KAO) dan akan terus menurun karena campuran yang mengandung kadar aspal yang berlebih akan mengalami kegemukan (*bleeding*). Stabilitas merupakan kemampuan lapisan perkerasan menerima beban yang bekerja tanpa perubahan bentuk dan menentukan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi (perubahan bentuk permanen) akibat beban lalu lintas yang bekerja.

b. Hasil Pengujian *Flow* (Kelelehan)

Pengujian flow marshall dengan lima variasi kadar aspal memiliki nilai flow yang diizinkan yaitu min 2 dan ,max 4 mm, dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Flow* (Kelelehan)

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (mm)	Spesifikasi Dept. Pu (mm)
FLOW	4,5	2,7	Min 2 Max 4
	5	2,9	
	5,5	3,05	
	6	3,19	
	5,5	3,28	



Gambar 5. Grafik Pengujian *Marshall* untuk *Flow*

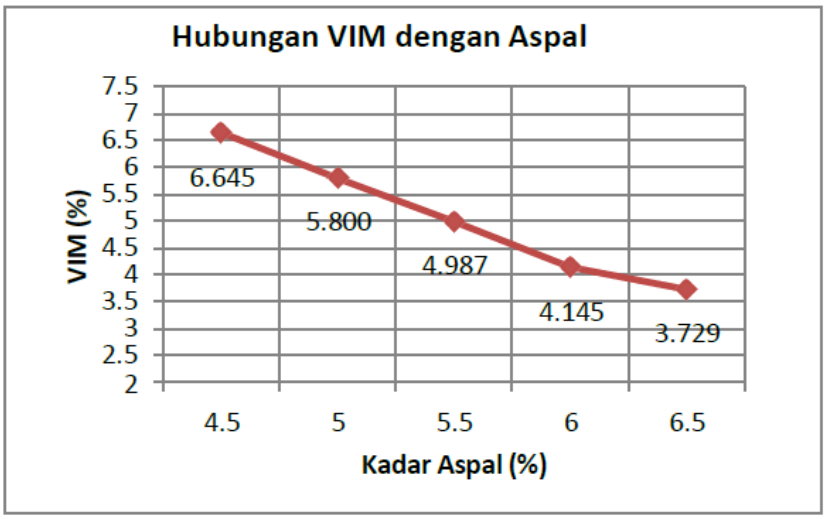
Hasil analisa dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai flow mengalami kenaikan pada setiap kadar aspal. Nilai flow menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis keras akibat beban lalu lintas. Campuran dengan nilai flow yang tinggi akan lebih lembek, sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sedangkan nilai flow yang rendah akan menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang melebihi daya dukungnya. Nilai flow dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu penetrasi, kadar aspal, suhu, gradasi dan jumlah pemadatan.

c. Hasil Pengujian VIM (*Void In The Compacted Mixture*)

Pengujian VIM dengan lima variasi kadar aspal memiliki nilai yang diizinkan yaitu 3% - 5%, dapat dilihat pada tabeld di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian VIM

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (%)	Spesifikasi Dept. Pu (%)
FLOW	4,5	6,645	03-05
	5	5,800	
	5,5	4,987	
	6	4,145	
	5,5	3,729	



Gambar 6. Grafik Pengujian *Marshall* untuk VIM

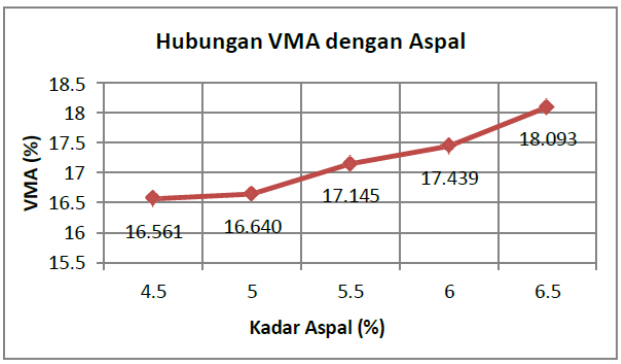
Dari analisa nilai VIM yang didapat dari 5 kadar aspal tersebut mengalami penuruan pada setiap kadar aspal. Nilai VIM akan semakin menurun seiring dengan besarnya kadar aspal yang ditambahkan atau semakin besar kadar aspal, maka semakin kecil nilai VIM. Nilai VIM yang lebih kecil akan mengurangi resiko terjadinya disintegrasi atau terjadi kerusakan pada campuran, sehingga durabilitasnnya (keawetan) menjadi tinggi. Tetapi pori yang terlalu kecil akan memberikan kelenturan yang kurang baik, maka dari analisa grafik diatas yang dapat digunakan adalah kadar aspal 6% karena tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar. VIM merupakan persentase pori atau rongga udara yang terdapat dalam campuran. Nilai VIM menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran.

d. Pengujian VMA (*Void In The Mineral Agregat)*

Pengujian VMA dengan lima variasi kadar aspal memiliki nilai yang diizinkan yaitu Min 15%. Nilai VMA disajikan dalam tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian VMA

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (%)	Spesifikasi Dept. Pu (%)
FLOW	4,5	16,561	Min 15
	5	16,640	
	5,5	17,145	
	6	17.439	
	5,5	18,093	



Gambar 7. Grafik Pengujian *Marshall* untuk VMA

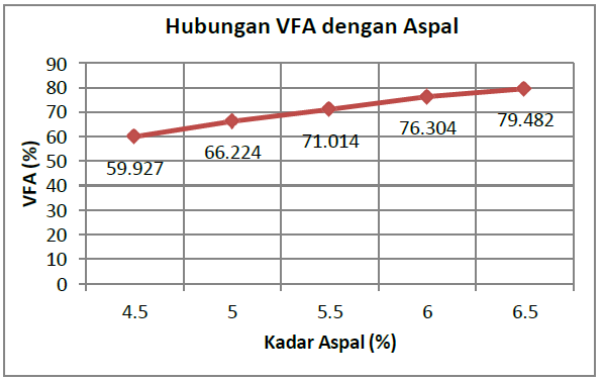
Hasil analisa VMA di atas menunjukkan kenaikkan pada tiap penambahan kadar aspal. Agregat bergradasi menerus memberikan rongga antar butiran VMA yang kecil dan menghasilkan stabilitas yang tinggi tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. VMA yang kecil menyebabkan aspal menyelimuti agregat terbatas, sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan. Maka dari grafik diatas nilai yang baik untuk digunakan adalah kadar aspal 6% karena pada penyelimutan aspal tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar sehingga pengikatan agregat lebih baik.

e. Pengujian VFA

Benda uji dengan lima variasi kadar aspal memili nilai VFA yang diizinkan yaitu Min 65%, dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian VFA

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (%)	Spesifikasi Dept. Pu (%)
FLOW	4,5	59,927	Min 65
	5	66,224	
	5,5	71,014	
	6	76,304	
	5,5	79,482	



Gambar 8. Grafik Pengujian *Marshall* untuk VFA

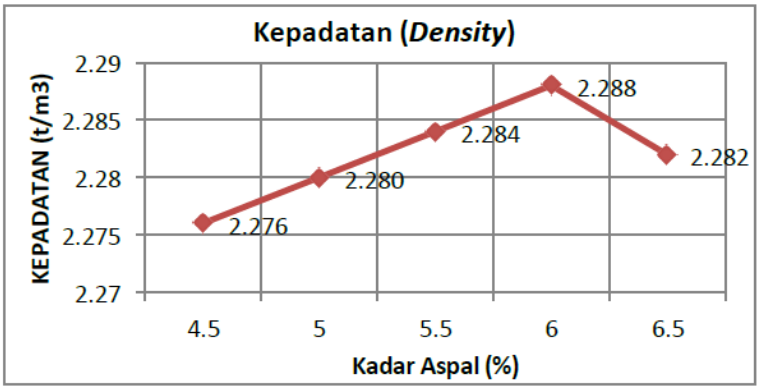
Hasil dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai VFA mengalami kenaikan pada tiap penambahan kadar aspal. Penambahan kadar aspal dapat menyebabkan VFA semakin membesar. Hal ini menunjukkan tidak adanya halangan bagi aspal dalam mengisi rongga yang ada. Namun untuk nilai aspal yang baik adalah pada kadar 6% karena nilai tersebut cukup untuk aspal mengisi rongga. Jika terlalu banyak aspal yang mengisi rongga maka benda uji akan lembek.

f. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan benda uji dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% disajikan dalam tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kepadatan

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (t/m^3)	Spesifikasi Dept. Pu (%)
FLOW	4,5	2,276	-
	5	2,280	
	5,5	2,284	
	6	2,288	
	5,5	2,282	



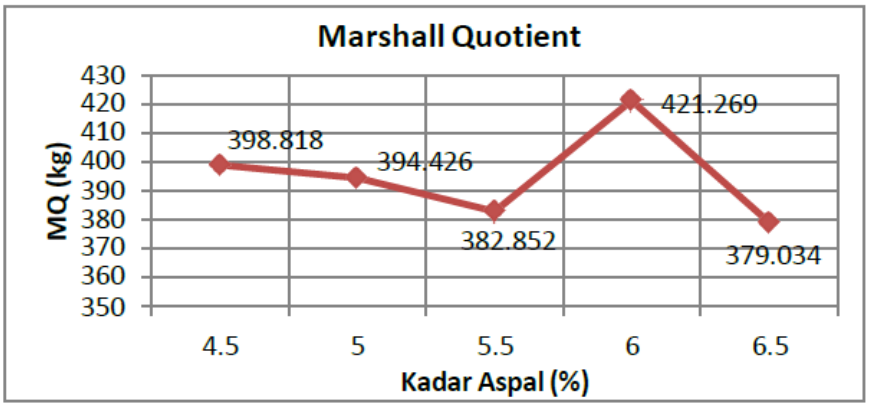
Gambar 9. Grafik Pengujian Kepadatan

Hasil analisa dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kepadatan yang tertinggi yaitu pada kadar 6%. Nilai kepadatan yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang kepadatannya lebih kecil. Nilai kepadatan di atas meningkat seiring bertambahnya kadar aspal yang telah memenuhi nilai optimum.

g. *Marshall Quotient* (MQ)
Nilai MQ dari 5 variasi kadar aspal dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 9. Hasil Pengujian *Marshall Quotient*

Campuran	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (kg)	Spesifikasi Dept. Pu (kg)
FLOW	4,5	298.818	250
	5	394,426	
	5,5	382,852	
	6	421,269	
	5,5	379,034	



Gambar 10. Grafik Pengujian *Marsall Quotient*

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada kadar aspal 5%, 5,5% dan 6,5% yang berarti pada benda uji tersebut tidak mampu menahan beban berlebih karena terlalu plastis. Sedangkan nilai pada kadar aspal 6% mengalami kenaikan yang berarti benda uji akan mampu menahan beban berlebih.

3.3.2. Kadar Aspal Optimum

Pada masing-masing grafik hasil pengujian marshall yang telah dibuat, maka yang akan digunakan untuk membandingkan dan menentukan nilai kadar aspal optimum yaitu nilai rata-rata dari masing-masing parameter marshall dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 10. Kadar Apal Optimum

No	Variabel	Kadar Aspal				
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	Stablitas					
2	Flow					
3	VMA					
4	VIM					
5	VFA					

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kadar aspal optimum yang dapat digunakan adalah pada kadar aspal 6% dari nilai rata-rata analisis grafik 5,5% 6% 6,5%.

3.4. Pengujian Aspal Campuran Lateks

Pengujian aspal dengan campuran lateks dengan kadar 3%, 5%, 9% dan kadar aspal 6% didapatkan hasil yang di sajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 11. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Campuran Lateks

No	Karakteristik Aspal	Standar Pengujian	Syarat	Kadar Lateks	Hasil
1	Berat jenis (25°C)	SNI 2441-2011	Min 1,0	3% 5% 9%	1,023 1,025 1,032
2	Penetrasi (25°C, 100gr, 5 detik) (mm)	SNI 2456:2011	Min 50	3% 5% 9%	64,2 54 54,5
3	Titik lembek	SNI 2434-2011	Min 52°C	3% 5% 9%	53,4°C 56,8°C 57°C
4	Titik nyala	SNI 2433-2011	Min 232°C	3% 5% 9%	334,1°C 320°C 316,5°C
5	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	≥100	3% 5% 9%	140 125 70,4

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan campuran lateks telah memenuhi spesifikasi. Hal ini disebabkan bahwa aspal tersebut sudah termasuk jenis aspal modifikasi. Sedangkan untuk pengujian daktilitas pada kadar lateks 9% tidak memenuhi spesifikasi.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian dan analisa perhitungan pada campuran Laston AC – WC dan bahan *additf Lateks* dengan spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1). Dari hasil analisa perhitungan kadar aspal rencana (Pb) di dapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) pada aspal konvensional, yaitu pada kadar 6%. Dengan dibuat 5 variasi benda uji yaitu 2 dibawah nilai KAO dan 2 di atas nilai KAO. Sehingga kadar aspal konvensional yang digunakan adalah 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%.

2). Hasil Pengujian Marshall pada aspal campuran lateks menggunakan kadar aspal 6% dan kadar lateks 3%, 5%, 9% memiliki nilai karakteristik *marshall* sebagai berikut:
   a. Kadar lateks 3%. Nilai stabilitas sebesar 3201,1 kg. Nilai flow sebesar 2,4 mm. Nilai VIM sebesar 5,004%. Nilai VMA sebesar 17,799%. Nilai VFA sebesar 74,426%.
   b. Kadar lateks 5%. Nilai stabilitas sebesar 3213,3 kg. Nilai flow sebesar 1,9 mm. Nilai VIM sebesar 5,031%. Nilai VMA sebesar 18,029%. Nilai VFA sebesar 73,805%.
   c. Kadar lateks 9%. Nilai stabilitas sebesar 3249,7 kg. Nilai flow sebesar 1,5 mm. Nilai VIM sebesar 3,885%. Nilai VMA sebesar 17,525%. Nilai VFA sebesar 75,899%

3). Hasil perbandingan antara aspal konvensional dan aspal campuran lateks memiliki perbedaan yang sangat signifikan yaitu pada nilai stabilitas dan flow. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aspal yang mengandung lateks lebih kuat menahan beban lalu lintas dibandingkan dengan aspal tanpa lateks. Pada penggunaan aspal karet kinerjanya lebih besar dari ukuran kinerja aspal biasa, sehingga biaya dalam perawatan aspal akan berkurang. Hal itu diukur dari kelelehan, stabilitas, dan kekuatan terhadap beban. Jika terkena sinar matahari aspal karet tidak meleleh dan lebih stabil, sehingga tidak cepat pecah, tidak cepat bergelombang dan tidak cepat terkikis. Aspal karet juga lebih lengket dan lebih *flexible* sehingga dapat mengurangi keretakan akibat beban berlebih.

5. SARAN

Pada penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk lebih teliti dalam tahap penimbangan sampel agar didapatkan hasil yang lebih akurat. Sehingga dalam pencampuran mendapatkan nilai yang tepat. Dalam pencampuran lateks dan aspal sebaiknya diaduk terus menerus adar tidak terjadi gumpalan. Pada peneliti selanjutnya disarankan untuk melanjutkan meneliti penggunaan campuran AC – WC dengan bahan tambah lateks terhadap parameter lain seperti porositas, viskositas, dan lain–lain.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M.M.A.B. et al. 2012. Fly Ash-based Geopolymer Lightweight Concrete Using Foaming Agent. *International Journal of Molecular Sciences*. 13 : 7186-7198.

ACI parts 1 226.3R-3. 1993. Standard Practice for Selecting Propertions for Normal, Heavy, Weight and Mass Concrete.

ASTM C109/C109M. Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

ASTM C618. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.

ASTM C 869-91. Standard specification for foaming agents used in making preformed foam for cellular concrete.

Fajri, Fadhil Muhammad dan Sumabrata, R. J. 2017. Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dan Silica Fume Sebagai Bahan Utama Geopolimer Alternatif Pengganti Semen Tradisional (OPC). Prosiding Simposium II – UNIID 2017.

Ibrahim et al. 2017. Influence of Foaming Agent/Water Ratio and Foam/Geopolymer Paste Ratio to the Properties of Fly Ash-based Lightweight Geopolymer for Brick Application. Revista De Chimie Journal. 68(09) : 1978-1982.

Kozłowski, M and Kadela, M. 2018. Mechanical Characterization of Lightweight Foamed Concrete. *Hindawi Advances in Materials Science and Engineering.*

Liu M. Y. J. et al. 2013. Evaluation of thermal conductivity, mechanical and transportproperties of lightweight aggregate foamed geopolymer concrete. Energy and Buildings. 72 : 238–245.

Manuahe, R., Sumajouw, M. D. J., S, Reky., Windah. 2014. Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash). *Jurnal Sipil Statik* 2 (6) : 277-282.

Mohammed, JH and Hamad, AJ. 2014. A Classification Of Lightweight Concrete: Materials, Properties and Application Review. International Journal of Advanced Engineering Applications. 7 (1) : 52-57.